

A photograph of a yellow dragonfish (Stenobothris) swimming in dark water near a rocky seabed. The dragonfish is the central focus, showing its characteristic yellowish-gold color and long, thin body. The background is dark and textured, suggesting an underwater environment.

Physique brevet 1*

Ph. Falla octobre 2015

www.rcaeplongee.be/main.html

Introduction

1. Masse ↔ Poids

$$P = m \times g$$

P : poids en N ou en Kgf

m : masse en Kg

g : accélération de la pesanteur en m/sec²

elle vaut 9,81 m/sec² sur terre

Attention, le poids est donc une force.

Introduction

2. Volume

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$$

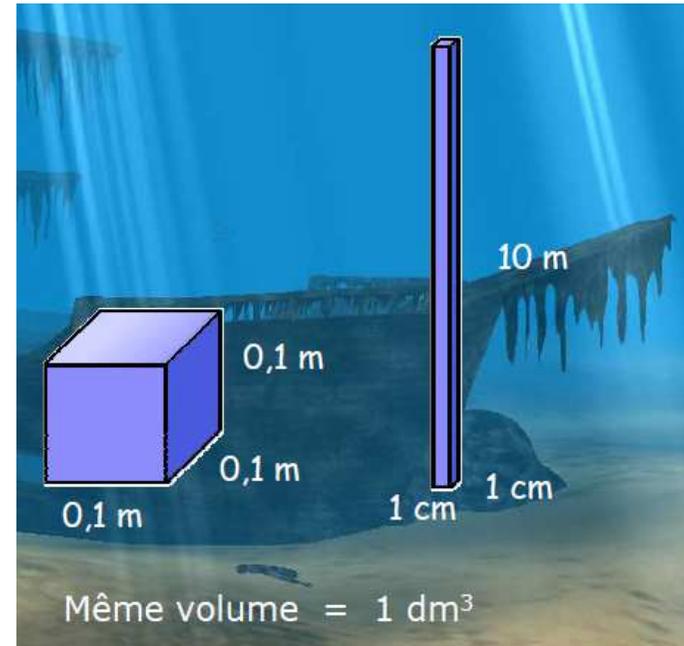
$1 \text{ dm}^3 =$ volume d'un cube de 1 dm de côté ou une colonne de 10 m de haut et une base de 1 cm sur 1 cm

1 l d'eau douce pèse 1 Kgf

1 l d'eau de mer pèse 1,027 Kgf

1 l d'air pèse 0,001293 Kgf

1 dm^3 de plomb pèse 11,350 Kgf



Introduction

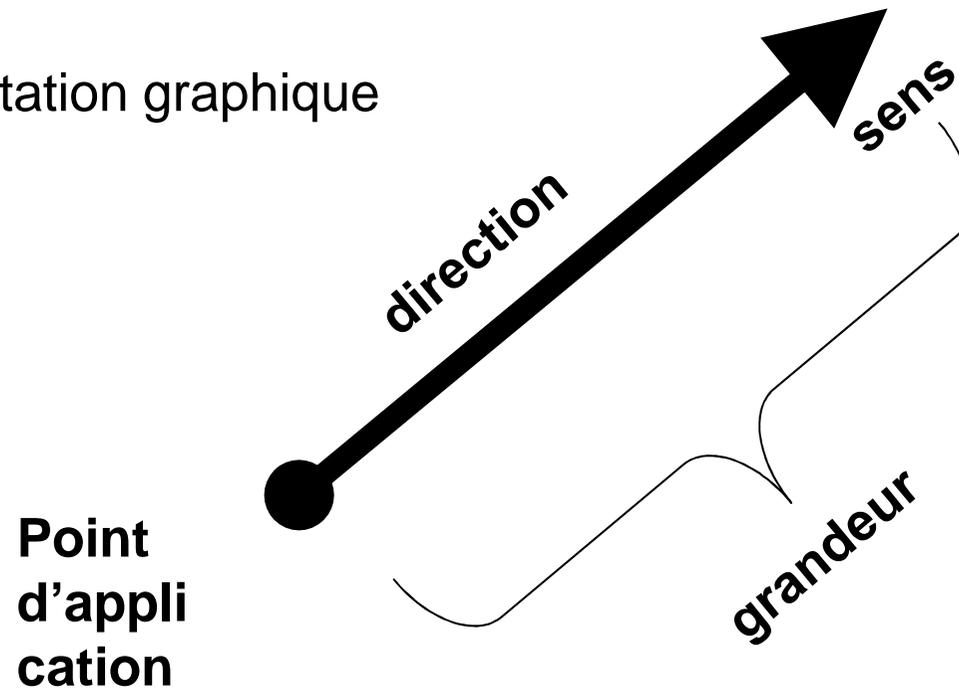
3. Poids / Masse / Volume / Masse volumique / densité

	Eau douce	Eau de mer	Air	Plomb
Volume (1)	1 litre = 1 dm ³	1 litre	1 litre	1 dm ³
Masse (2)	1 Kg	1,027 Kg	0,001293 Kg soit 1.293 gr	11,35 Kg
Poids	1 Kgf	1,027 Kgf	1,293 grf	11,35Kgf
Masse volumique (2)/(1)	1 Kg/dm ³	1,027 Kg/dm ³	0,001293 Kg/dm ³	11,35 Kg/dm ³
Densité	1	1,027	0,001293	11,35

Introduction

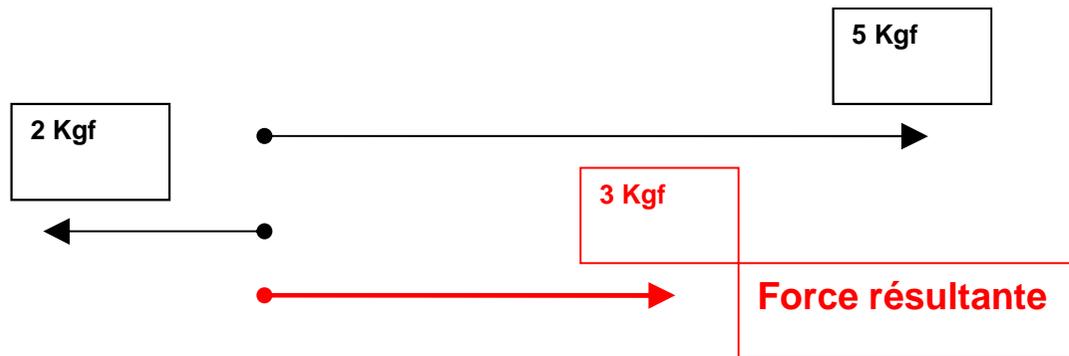
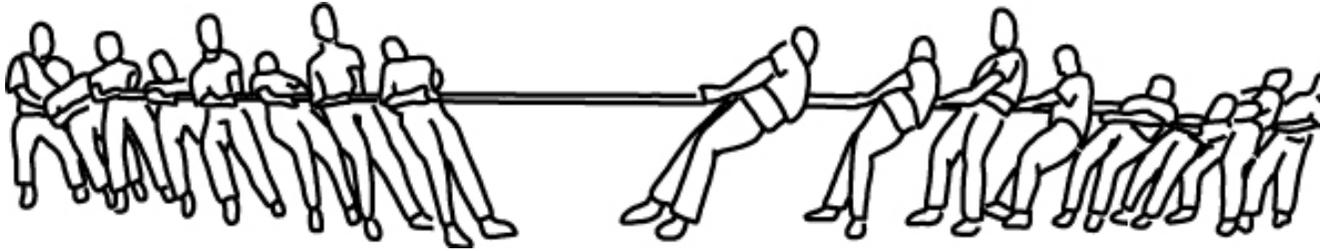
4. Forces

Représentation graphique



Introduction

4. Forces



Introduction

5 Equation

$$A + B = C \quad \longrightarrow \quad B = C - A$$

$$A \times B = C \quad \longrightarrow \quad A = \frac{C}{B}$$

$$P1 \times V1 + P2 \times V2 = P3 \times V3 \quad \longrightarrow \quad P2 = \frac{P3 \times V3 - P1 \times V1}{V2}$$

COMPOSITION DE L'AIR

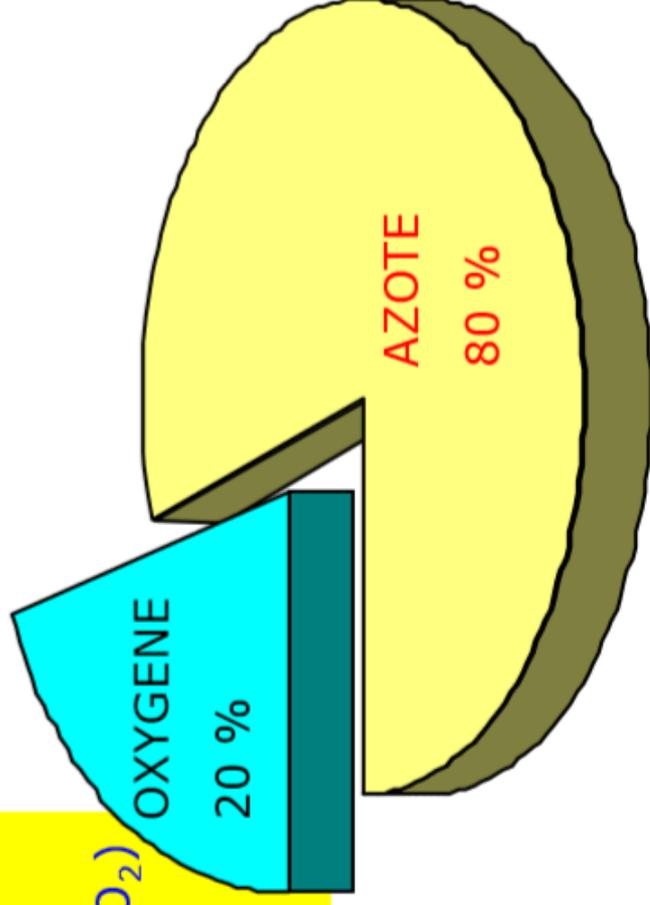
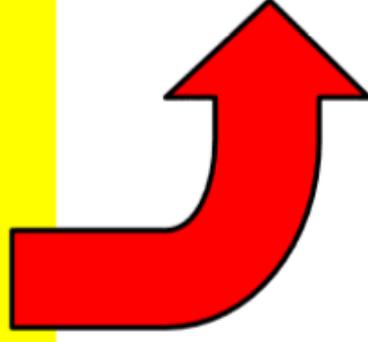
AIR = MELANGE DE GAZ

20,9 % OXYGENE (O_2)

79 % AZOTE (N_2)

0,04 % DIOXYDE DE CARBONE (CO_2)

0,06 % GAZ RARES



La Pression

$$Pr = F / S$$

La pression résulte d'une force exercée sur une surface. L'unité de mesure est le Pascal. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Elle s'exprime aussi en Kgf/cm^2 par ex., mais aussi en bar ou en atm ou encore en mmHg

$$1 \text{ Kgf/cm}^2 = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1013 \text{ mbar} = 1013 \text{ hPa}$$

En plongée, on utilise le Bar et on fait des approximations.

$$1 \text{ Bar} = 1 \text{ Kgf/cm}^2 = 1 \text{ atm}$$

P.S. : unité anglo-saxonne : $1 \text{ p.s.i.} = 0,07 \text{ bar}$
 $3000 \text{ psi} = 210 \text{ bar}$

La Pression

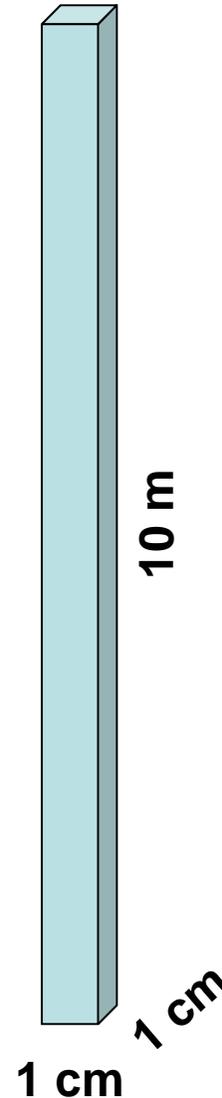
Hydrostatique

$$Pr = F / S$$

Une colonne **d'eau douce** de 10m de haut sur 1 cm x 1 cm exerce une pression de 1 Kgf/cm² ou 1 bar.

Ce qui veut dire qu'en plongée, à 10 m de profondeur, la pression ambiante ou absolue sera de 2 bars.(la pression atmosphérique +la pression de la colonne d'eau)

A 30 m de profondeur, la pression absolue sera de..... 4 bars



Volume = 1 litre

Poids = 1 Kgf

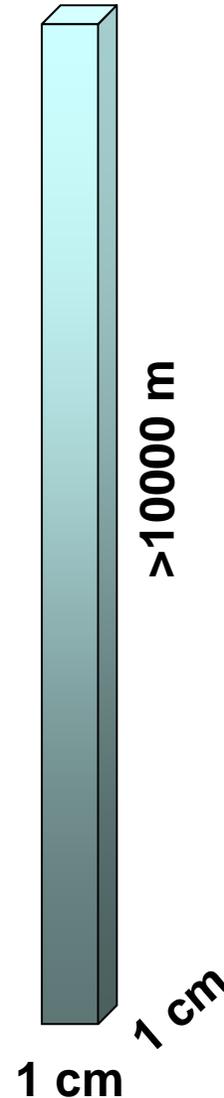
La Pression

Atmosphérique

$$Pr = F / S$$

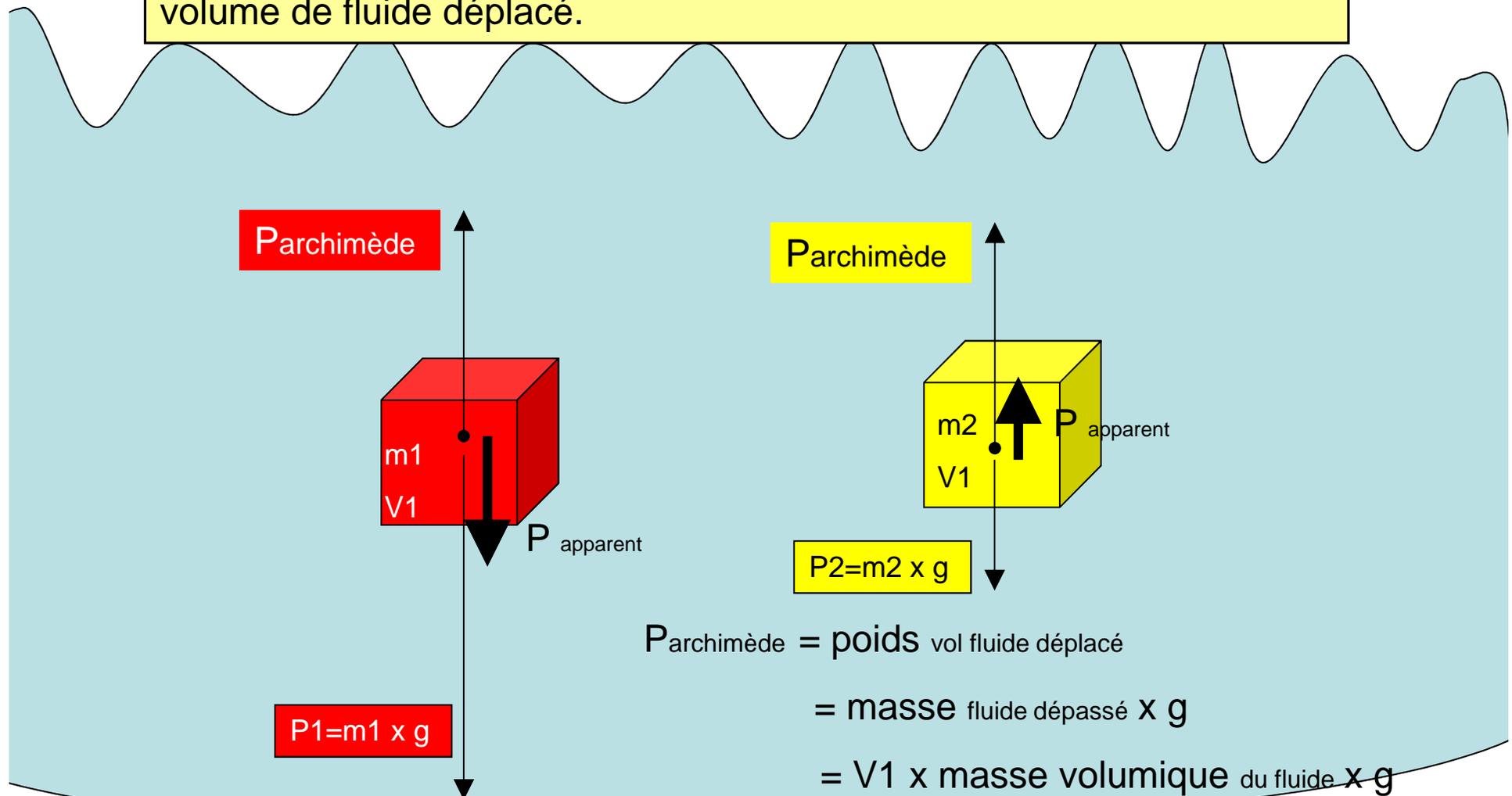
La colonne **d'air** de plus de 10000 m de haut sur 1 cm x 1 cm exerce une pression de 1 Kgf/cm² ou 1 atm au niveau de la mer.

A 2000 m d'altitude, la pression atmosphérique vaut encore 0,8 atm ou 0,8 bar. A 4000 m, la Patm vaut 0,6 bars



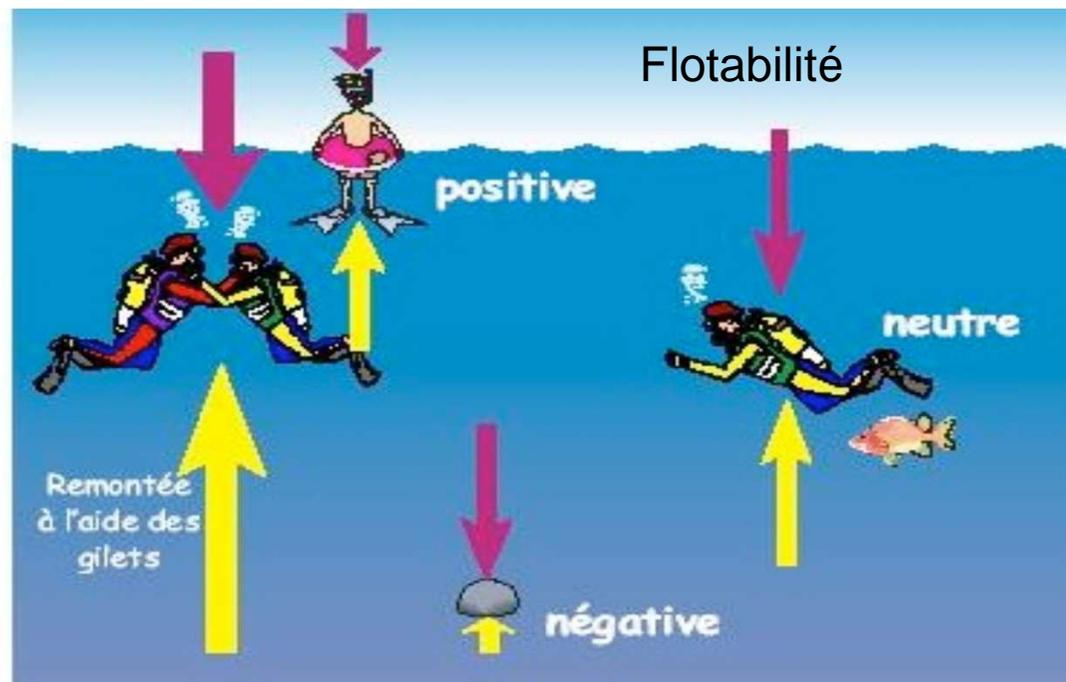
Le Principe d'Archimède

Tout corps plongé dans un fluide subit de la part de celui-ci une poussée verticale, exercée du bas vers le haut, égale au poids du volume de fluide déplacé.



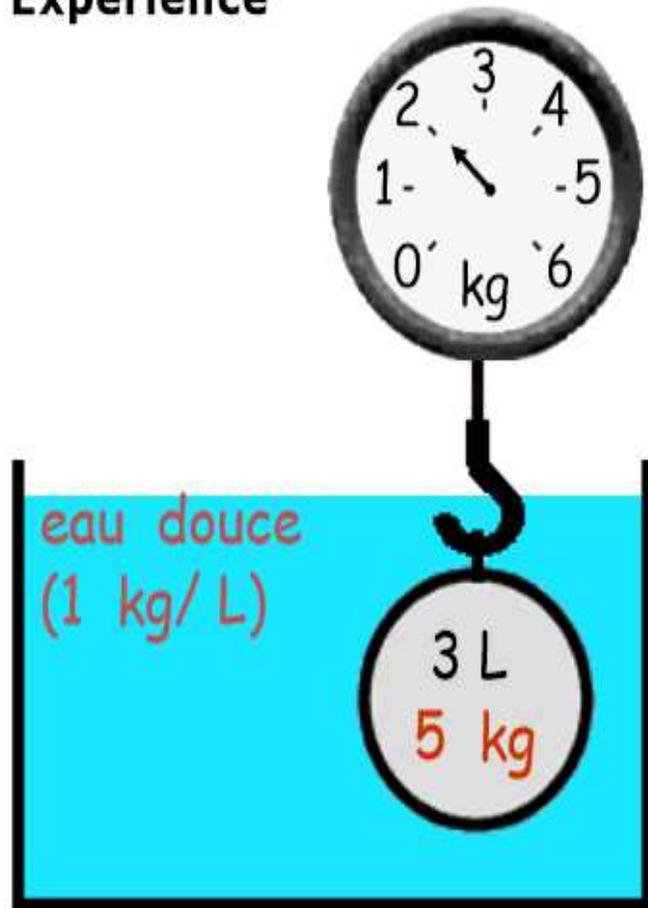
Le Principe d'Archimède

La résultante du poids et de la poussée d'Archimède se nomme le poids apparent. Si cette force est dirigée vers le haut, le corps immergé flotte et si elle est dirigée vers le bas, le corps immergé coule



Le Principe d'Archimède

Expérience



Un objet dans un fluide subit une poussée verticale vers le haut ...

égale au poids du volume de fluide occupé par l'objet .

Le Principe d'Archimède

Application à la plongée:

- Le lestage en plongée
- Le canard pour pénétrer facilement l'eau
- La variation de flottabilité avec la profondeur
- L'utilisation du gilet comme moyen d'équilibrage

Loi de Boyle & Mariotte

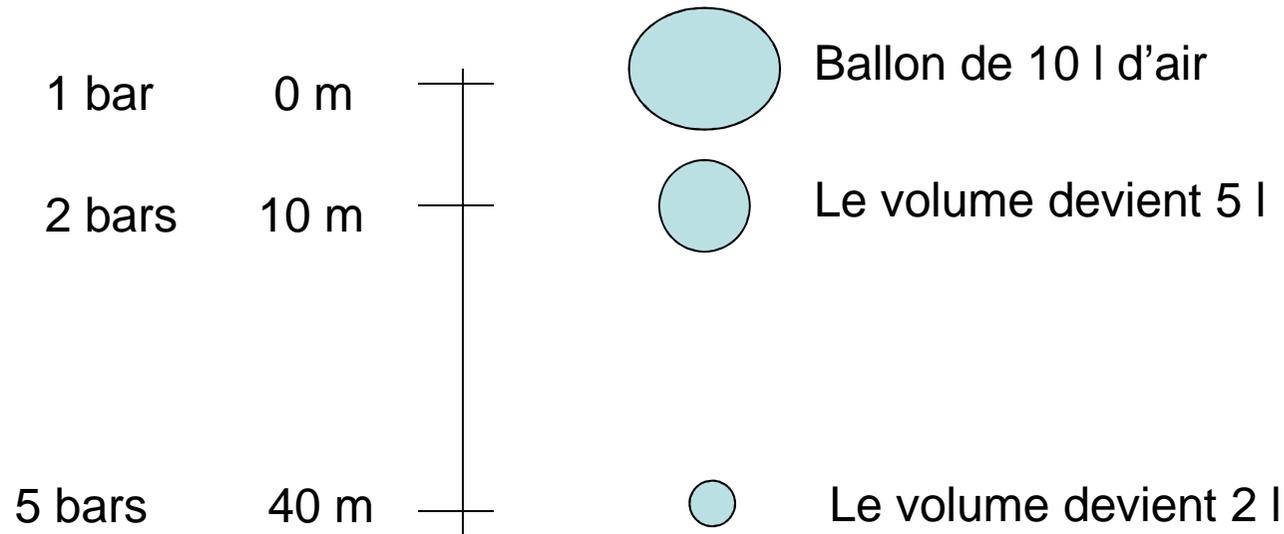
Les solides et liquides sont incompressibles. Par contre, les gaz se compriment en réduisant leur volume de façon inversement proportionnelle à la pression.

$$P \times V = \text{constante}$$

À température constante

C'est la loi de Boyle & Mariotte.

Donc un volume de 10 litres à la pression de 1 bar deviendra, à la pression de 2 bars, un volume de 5 litres..



Loi de Boyle & Mariotte

L'inverse est également vrai : un volume de 2 litres sous une pression de 5 bars deviendra un volume de 10 l à 1 bar de pression.

$$P \times V = \text{constante}$$

À température constante

Or en plongée, on respire de l'air à la pression ambiante.
En cas de remontée, la pression diminuant, le volume des gaz augmente. **DANGER**.

On limite la vitesse de remontée, on réalise des paliers de décompression et on expire en remontant.

Loi de Boyle & Mariotte

De 40m à 30m, la pression abs. passe de 5 à 4 bars, soit 20% de moins. Le volume des gaz augmentera donc de 20%.

Mais de 10m à 0m, la pression abs. passe de 2 à 1 bar. Le volume des gaz va **doubler**.

Les gaz se dilatent plus vite quand on est proche de la surface.

En piscine, à 3 m de profondeur, il y a une P abs de 1,3 bars. Si on respire sur bouteille, il est indispensable d'expirer l'air en remontant, car il va se dilater de 30%. On limite aussi sa vitesse de remontée.



Avez-vous des questions
avant les exercices?

Exercice 1

- Une bouteille de plongée de 15 litres de volume est gonflée à 200 bars. Calculez le poids de l'air emmagasiné dans la bouteille.

Volume emmagasiné dans la bouteille : $P1 \times V1 = P2 \times V2$

Avec $P1 = 200$ bars et $V1 = 15$ l

Avec $P2 = 1$ bar

$V2 = P1 \times V1 / P2 = 15l \times 200 \text{ bars} = 3000$ litres

Or 1 litre d'air pèse 1, 293 grf.

Donc le poids de l'air emmagasiné : $3000l \times 1, 293 \text{ grf} = 3900$ grf soit presque 4 kgf

Exercice 2

- Sachant qu'un plongeur consomme 20l d'air par minute à la pression atmosphérique, combien consommera-t-il à 20 m de fond? Après 30 minutes de plongée à 20m, que lui restera-t-il comme air dans sa bouteille de 15l gonflée initialement à 200 bars? Quelle sera la pression dans sa bouteille?

A 20 m de fond, la P abs. est de 3 bars. Il consommera donc $20 \times 3 = 60$ l/min

Après 30 minutes à 20m, il aura consommé $60 \times 30 = 1800$ l d'air

Il lui reste donc $(200 \times 15) - 1800$ l = 1200 l.

La pression est de $1200 / 15 = 80$ bars.

Exercice 3

- A Nemo33, un plongeur pour être parfaitement équilibré à 30m de profondeur doit avoir un volume de 2 litres d'air dans son gilet stabilisateur.
- Il remonte tout de suite à -10 m. Que devra-t-il faire pour être à nouveau équilibré à cette profondeur?
- Il remonte ensuite à -5m pour effectuer un palier de sécurité. Que doit-il faire pour être stabilisé au palier?
- Remarque : à Nemo33, la température de l'eau est de 32°C, on plonge donc sans vêtement iso thermique.

Exercice 3

A 30 m, la pression est de 4 bars. Le poids apparent du plongeur est nul. Il y a 2 litres d'air à 4 bars dans le gilet.

A 10 m, la pression absolue sera de 2 bars. Le volume d'air insufflé dans le gilet aura donc doublé puisque la P abs aura diminué de moitié. $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$.

Donc 4 bars x 2 litres = 2 bars x V_2 .

$V_2 = 4$ litres

La poussée d'Archimède est proportionnelle au volume de fluide déplacé. De -30m à -10m, la P arch aura donc doublée. Pour rétablir son équilibre, il devra avoir 2 litres d'air dans son gilet. Pour cela il devra évacuer $4 - 2 = 2$ litres d'air de son gilet.

A -5m, la P abs est de 1,5 bar. L'air restant dans son gilet va à nouveau se dilater. $P_3 \times V_3 = P_4 \times V_4$

$V_4 = 2 \text{ bars} \times 2 \text{ l} / 1,5 \text{ bar} = 2,666 \text{ l}$

Il devra donc évacuer 0,666 l de son gilet pour être équilibré à nouveau.

Exercice 4

- Votre bouteille de plongée d'une capacité de 15 litres est gonflée à 200 bars.
En arrivant sur le lieu de plongée, votre copain constate que le robinet de sa bouteille de 12 l a une fuite et que la pression n'est plus que de 160 bars. Heureusement, vous avez un tuyau permettant d'équilibrer les bouteilles entre elles. Quelle sera la pression dans la bouteille de votre copain à la fin de l'équilibrage? Et dans la vôtre?

La quantité d'air des 2 bouteilles restera identique après équilibrage

$$P1 \times V1 + P2 \times V2 = P3 \times V3 \text{ avec } V3 = V1 + V2$$

$$P1 = 200 \text{ bars} \quad \text{et} \quad V1 = 15 \text{ l}$$

$$P2 = 160 \text{ bars} \quad \text{et} \quad V2 = 12 \text{ l}$$

$$V3 = 15\text{l} + 12\text{l} = 27\text{l}$$

$$P3 = (P1 \times V1 + P2 \times V2) / V3 = (200 \times 15 + 160 \times 12) / 27 = 182,22 \text{ bars}$$

Pour obtenir les documents présentés

<http://www.rcae-plongee.be>

- Le club Ecole
- Cours théoriques

